

# EFISIENSI DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT KARBOKSIMETIL KITOSAN DAN FRAKSI AMILOSA SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA PERMUKAAN BAJA LUNAK DALAM MEDIA HCL 1 M

Maria Erna<sup>1</sup>, Herdini<sup>1</sup>, Abdullah<sup>1</sup>, dan Agus Mulyani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau*

## ABSTRAK

**Erna et al.**, 2014. The efficiency and characterization of composite Carboxymethyl Chitosan (CMCh)/ amylose fraction as corrosion inhibitor on mild steel in 1 M HCl

The efficiency and characterization of composite Carboxymethyl Chitosan (CMCh)/ amylose fraction as corrosion inhibitor on mild steel in 1 M HCl media had been studied. Determination corrosion inhibition efficiency is done by using the gravimetric method and the characterization of the surface morphology studied by photo steel using equipment Scanning Electron Microscopy (SEM). The results showed that the corrosion inhibition efficiency is 91.82% occurs at the optimum volume ratio between CMCh and amylose fraction (7:3) mL with a contact time of 3 days in 1M HCl corrosive media. While the characterization results showed that a homogeneous layer formed on the steel surface by using composite KMK and amylose fraction which prevents the attack of Cl<sup>-</sup> ions on the surface of mild steel..

**Kata kunci :** Amylose, Carboxymethyl chitosan, Corrosion Inhibitor, Mild Steel

## ABSTRACT

**Erna et al.**, 2014. Efisiensi dan karakterisasi komposit karboksimetil kitosan dan fraksi amilosa sebagai inhibitor korosi pada permukaan baja lunak dalam media HCl 1 M

Telah dilakukan penelitian penggunaan komposit Karboksimetil Kitosan (KMK) dan fraksi amilosa sebagai inhibitor korosi pada baja lunak dalam media HCl 1 M. Penentuan efisiensi inhibisi korosi dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri dan karakterisasi dipelajari berdasarkan foto morfologi permukaan baja menggunakan peralatan *Scanning Electron Microscopy (SEM)*. Hasil penelitian diperoleh bahwa efisiensi inhibisi korosi optimum 91,82% terjadi pada perbandingan KMK dan fraksi amilosa (7:3) mL dengan waktu kontak 3 hari dalam media HCl 1 M. Sedangkan hasil karakterisasi memperlihatkan bahwa terbentuk lapisan yang homogen pada permukaan baja dengan menggunakan komposit KMK dan fraksi amilosa yang berfungsi mencegah serangan ion-ion Cl<sup>-</sup> pada permukaan baja lunak.

**Keywords :** Amilosa, Baja lunak, Inhibitor korosi, Karboksimetil kitosan

## PENDAHULUAN

Serangan korosi banyak terjadi pada permukaan benda maupun komponen berbahan dasar logam besi (Fe) karena kelimpahan besi di kulit bumi cukup besar serta proses pengolahannya yang relatif mudah dan murah, salah satunya yaitu baja. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengendalikan laju serangan korosi adalah dengan penambahan inhibitor pada media korosif.

Inhibitor korosi yang sering digunakan yaitu inhibitor yang berasal dari senyawa anorganik seperti, kromat dan nitrit, namun karena bersifat toksik, karsinogenik, dan tidak ramah lingkungan, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mencari inhibitor dari senyawa organik yang memiliki sifat biodegradable serta ramah lingkungan. Pada umumnya senyawa organik yang dapat digunakan sebagai inhibitor adalah

senyawa-senyawa yang mampu membentuk senyawa kompleks, baik kompleks yang terlarut maupun kompleks yang mengendap. Sangat diperlukan karena gugus-gugus fungsi yang mengandung atom-atom elektronegatif mampu membentuk ikatan kovalen koordinasi, seperti atom oksigen, nitrogen, belerang, fosfor dan senyawa aromatik maupun senyawa yang mengandung ikatan rangkap.

Pada penelitian ini digunakan perlakuan komposit Karboksimetil Kitosan (KMK) dan fraksi amilosa yang merupakan polimer alami yang berasal dari hewan dan tumbuhan yang bersifat biodegradasi. Berdasarkan penelitian Erna dkk (2009) bahwa KMK dapat digunakan sebagai inhibitor korosi karena mengandung gugus hidroksil (-OH), karboksilat (-COOH) dan amina (-NH<sub>2</sub>) yang memiliki pasangan elektron yang dapat berikatan langsung pada

permukaan logam. Menurut Cheng(2007) KMK merupakan inhibitor korosi bersifat katodik yaitu terjadi pergeseran potensial korosi ke arah negatif dari kurva polarisasi dan rapat arus menjadi rendah. Hal ini menunjukkan KMK merupakan inhibitor yang potensial untuk digunakan sebagai pengendali masalah korosi. Sedangkan amilosa merupakan polimer dari glukosa yang tersusun dari monomer-monomer glukosa berstruktur linear dan teratur dengan ikatan  $\alpha$  (1,4)-D-glikosidik (Oktavia dkk., 2013). Sambungan-sambungan pada monomer terhubung dengan atom oksigen pada sisi yang sama dan diharapkan dapat berfungsi sebagai perekat KMK sehingga dapat menghalangi penyerangan dari ion-ion agresif.

Tujuan penelitian adalah menentukan efisiensi inhibisi korosi komposit KMK dan fraksi Amilosa pada baja lunak dalam media korosif HCl 1M menggunakan metode berat hilang. Tujuan lain adalah mempelajari karakteristik permukaan baja sebelum dan setelah penambahan inhibitor korosi pada baja lunak dalam media HCl 1M dengan menggunakan SEM.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah kitosan (Sigma), umbi tapioka, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, asam monokloroasetat, butanol, etanol, Isopropanol, lempengan baja lunak dengan kode BJTP 24 (C:0,16; Si:0,19; Mn:4,8; P:0,16; S:0,22)% dan sisanya Fe, kertas pasir karbit silikon 100,200, dan 400-grit, kloroform, aseton, n-butanol dan aquadest..

Peralatan yang digunakan adalah JEOL-JSM-6510LV Scanning Electron Microscopy, timbangan analitik, autoclave, oven, dan peralatan gelas yang umum dipakai..

### Preparasi pati tapioka

Umbi tapioka dibersihkan dan diparut menjadi bubur kasar, selanjutnya bubur ini dicampur dengan sejumlah air bersih, diaduk sambil diremas-remas dan disaring dengan kain saringan untuk memisahkan serat-seratnya. Larutannya dibiarkan agar pati mengendap. Selanjutnya endapan dicuci beberapa kali dengan air sampai diperoleh endapan yang bersih. Gumpalan pati yang diperoleh dijemur dan dipanaskan di bawah sinar matahari sampai kering. Pati siap untuk di pisahkan komponennya.

### Fraksinasi Amilosa dari pati tapioka

Diambil pati sebanyak 30 g ditambahkan dengan 840 ml aquadest dan 120 ml butanol dan diautoklaf selama 2 jam. Selagi panas difraksinasi (F1) dengan butanol – air (1:7) sehingga diperoleh fraksi air (Fa1) dan fraksi butanol (Fb1). Bagian (Fa1) difraksinasi lagi dengan butanol – air (1:7) (F2), diperoleh fraksi air (Fa2) dan fraksi butanol (Fb2). Fa2 difraksinasi lagi dengan butanol – air (1:7) (F3) sehingga diperoleh fraksi air (Fa3) dan fraksi butanol (Fb3). Selanjutnya (Fa3) difraksinasi dengan 600 ml air panas dan 60 ml butanol (F3x) sehingga diperoleh fraksi air (Fa3x) dan fraksi butanol (Fb3x). Fraksi air (Fa3x) siap dicampurkan dengan KMK yang disebut dengan istilah komposit dan digunakan sebagai inhibitor korosi pada baja lunak dalam media air (Oktavia dkk., 2013).

### Sintesis KMK

Diambil kitosan sebanyak 1 g ditambahkan dengan NaOH 1,35 g dan pelarut (aquadest 2 mL + Isopropanol 8 mL), dimasukkan ke dalam water bath 60°C. Selanjutnya ditambahkan asam monokloroasetat 1,5 g yang telah dilarutkan ke dalam isopropanol 2 mL dan direaksikan selama 4 jam. Reaksi dihentikan dengan menambahkan etanol 70% 20 mL. Padatan disaring dan dicuci dengan etanol 90% serta dikeringkan pada temperatur ruang dan siap digunakan sebagai inhibitor korosi (Pang *et al.*, 2007)

### Penentuan efisiensi inhibisi korosi

Ditimbang ( $W_{awal}$ ) spesimen lempeng baja lunak 2 x 1 cm<sup>2</sup> dan direndam dalam 10 mL larutan HCl 1 M tanpa dan dengan menggunakan inhibitor KMK 200 ppm dan amilosa dengan variasi perbandingan volume (0:10), (1:9), (2:8), (3:7), (4:6), (5:5), (6:4), (7:3), (8:2), (9:1), dan (10:0) mL serta waktu perendaman (1, 3, 5, 7 dan 9 hari). Selanjutnya spesimen baja lunak dibilas dengan etanol 96% sebanyak 4x pencelupan, spesimen dидiamkan sejenak pada temperatur ruang dan ditimbang kembali ( $W_{akhir}$ ).

Penentuan kondisi optimum inhibitor korosi komposit dilakukan dengan penentuan laju korosi baja,  $r$  (mg/dm<sup>2</sup>/hari) atau mdd, satuan ini digunakan karena massa jenis baja lunak yang digunakan tidak diketahui. Sehingga  $r$  dihitung menggunakan persamaan (Samosir, 2011) berikut:

$$r, (\text{mdd}) = \frac{(W_{awal} - W_{akhir})}{\text{Luas penampang} \times \text{Waktu}}$$

Efisiensi inhibisi komposit KMK dan fraksi amilosa (%E) pada korosi baja lunak dalam media

HCl 1 M dihitung dengan persamaan (Sari dkk., 2013):

$$(\%)E = \frac{r_1 - r_2}{r_2} \times 100\%$$

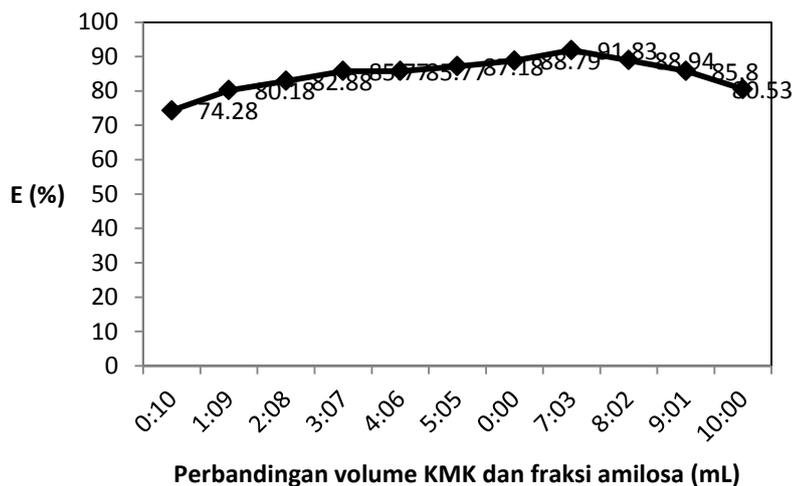
dengan  $r_1$  dan  $r_2$  adalah laju korosi tanpa dan dengan inhibitor komposit KMK dan fraksi amilosa.

### Karakterisasi permukaan baja lunak

Permukaan baja lunak  $1 \times 2 \text{ cm}^2$  dan digosok permukaannya dengan kertas pasir karbit silikon 400-grit dan dibilas dengan aseton. Selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 15 menit, kemudian dianalisis bentuk morfologi permukaan menggunakan SEM yaitu tanpa dan dengan komposit.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji efisiensi inhibisi komposit KMK dan fraksi amilosa pada baja lunak dalam media HCl 1 M (Gambar 1). Efisiensi inhibisi korosi komposit optimum 91.83% terjadi pada perbandingan volume KMK dengan fraksi amilosa (7:3) mL. Efisiensi inhibisi korosi menurun seiring dengan berkurangnya volume KMK. Hal ini disebabkan karena perbandingan volume KMK dan fraksi Amilosa (7:3) mL sudah teradsorpsi pada seluruh permukaan membentuk lapisan film tipis sehingga permukaan baja terlindungi dari kontak langsung dengan HCl. Menurut Raja dan Sethuraman, 2008, prinsip kerja inhibitor adalah ion-ion atau molekul-molekul teradsorpsi pada permukaan logam dan membentuk suatu lapisan tipis dengan ketebalan beberapa molekul inhibitor sehingga lapisan ini tidak dapat dilihat dengan mata biasa secara langsung.



**Gambar 1.** Efisiensi inhibisi korosi komposit KMK dan fraksi amilosa pada baja lunak dalam media HCl 1 M terhadap perbandingan volume (mL) selama 3 hari

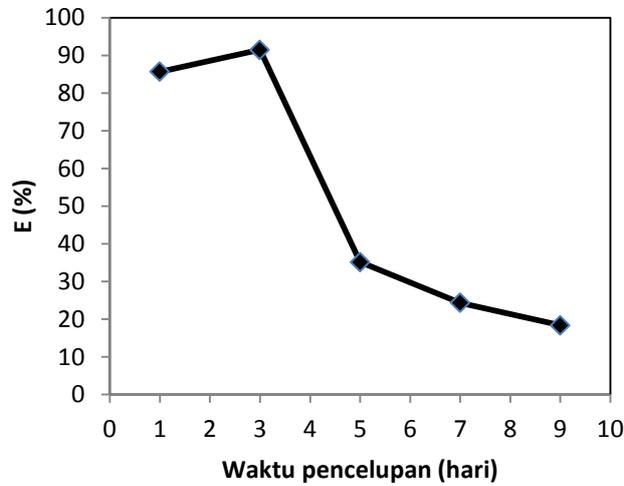
Komposit KMK dan fraksi amilosa bekerja sebagai inhibitor karena kandungan senyawa organik alisiklik dari amin ( $-\text{NH}_2$ ), karboksilat ( $-\text{COOH}$ ) dan hidroksil ( $-\text{OH}$ ) memiliki pasangan elektron bebas pada atom. Nitrogen dan oksigen bertindak sebagai donor elektron pada permukaan logam sehingga terbentuk lapisan monolayer pada permukaan baja. Ekor rantai hidrokarbon senyawa molekul berorientasi menjauh dari antar permukaan larutan sehingga proteksi selanjutnya disediakan oleh pembentukan gugusan ekor hidrokarbon yang bersifat hidrofobik yang terletak pada amina, karboksilat maupun hidroksil yang teradsorpsi didekatnya. Jaringan

hidrofobik inilah yang menyebabkan molekul air ataupun ion-ion agresif seperti  $\text{Cl}^-$  menjauh dari permukaan logam.

Untuk melihat pengaruh waktu lamanya perendaman baja dalam larutan HCl 1M dengan adanya inhibitor komposit KMK dan Amilosa (Gambar 2). Pada gambar 2 terlihat waktu optimum penggunaan komposit KMK dan Amilosa terjadi pada waktu 3 hari. Hal ini terjadi karena kapasitas gugus fungsi KMK untuk membentuk ikatan pada lapisan permukaan sudah maksimum dan fungsi amilosa sebagai perekat akan berkurang karena ukuran partikel komposit semakin besar sehingga kemampuannya

untuk teradsopsi pada permukaan juga berkurang. Menurut Abd El-Maksoud (2008) adsorpsi molekul organik pada permukaan logam terjadi, karena energi

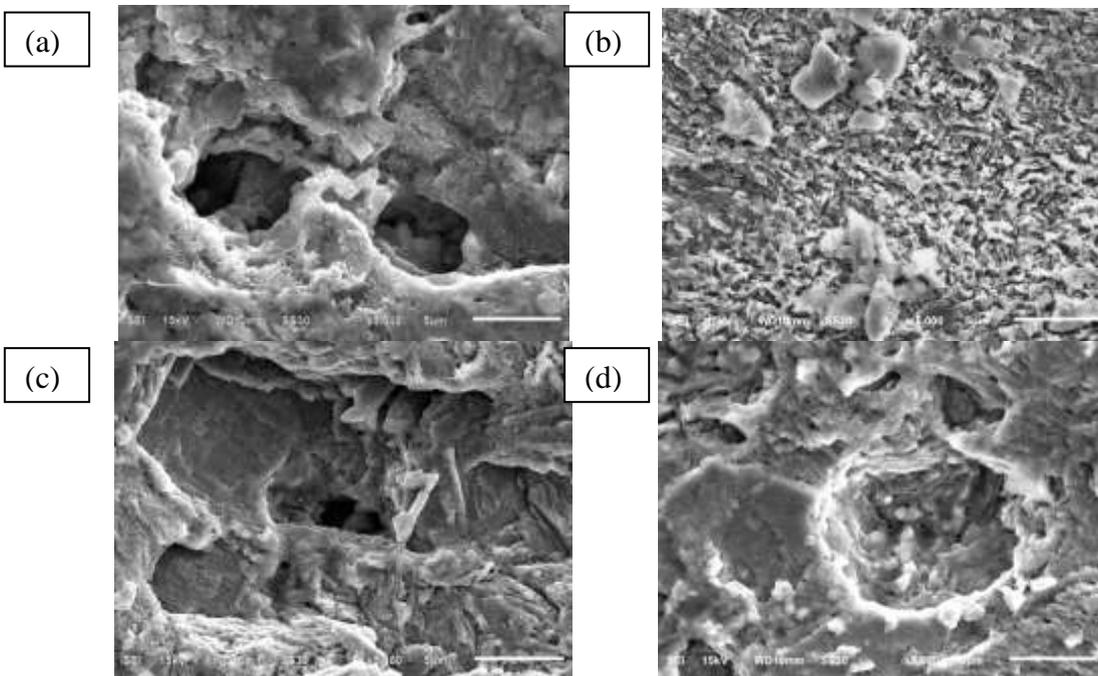
interaksi antara permukaan logam dengan inhibitor lebih tinggi dari energi interaksi antara permukaan logam dengan air.



**Gambar 2.** Efisiensi inhibisi korosi komposit KMK dan fraksi amilosa (7:3) pada baja lunak dalam HCl 1 M dengan variasi waktu pencelupan.

Untuk menganalisis pembentukan lapisan tipis pada permukaan baja dikarakterisasi menggunakan peralatan SEM (Gambar 3). Permukaan baja lunak yang dikarakterisasi merupakan specimen baja lunak

yang dicelup dalam HCl 1 M tanpa inhibitor, dicelupkan dalam fraksi amilosa, dengan menggunakan inhibitor KMK dan dicelupkan dalam komposit KMK dan fraksi amilosa.



**Gambar 3.** Foto SEM dari: (a) Permukaan baja lunak dalam media HCl 1M tanpa inhibitor, (b) Permukaan baja lunak dalam fraksi amilosa, (c) Permukaan baja lunak dalam HCl 1M menggunakan inhibitor KMK 200 ppm, dan (d) Permukaan baja lunak dalam HCl 1M dengan komposit KMK dan fraksi amilosa (7:3) dengan waktu kontak selama 3 hari

Berdasarkan foto *SEM* permukaan baja lunak dalam media HCl 1M selama 3 hari tanpa inhibitor terlihat rusak dan berlubang. Sedangkan dalam fraksi amilosa terlihat permukaan baja tidak membentuk lapisan, hal ini menunjukkan bahwa amilosa hanya menghambat penyerangan ion-ion  $\text{Cl}^-$  terhadap permukaan baja. Tetapi KMK bereaksi dan berikatan kovalen koordinasi dengan ion besi ( $\text{Fe}^{2+}$ ) ditandai pembentukan lapisan tipis pada permukaan baja, tetapi lebih bersifat homogen bila dibandingkan dengan penggunaan komposit KMK dan fraksi amilosa. Hal ini dapat membuat lapisan yang ada menjadi tidak mudah rusak sehingga inhibitor dapat bertahan lebih lama dari serangan korosi.

## KESIMPULAN

Komposit Karboksimetil Kitosan dan fraksi amilosa merupakan inhibitor alternatif alami yang memiliki kemampuan baik sebagai inhibitor korosi pada baja lunak dalam media HCl 1 M dengan efisiensi inhibisi korosi optimum sebesar 91,82% perbandingan volume KMK 200 ppm dan fraksi amilosa (7:3) mL dengan waktu pencelupan 3 hari. Karakteristik permukaan baja dalam media HCl 1M selama 3 hari tanpa dan dengan menggunakan inhibitor komposit yang dipelajari berdasarkan foto *SEM* memperlihatkan bahwa inhibitor yang digunakan membentuk lapisan tipis pada permukaan baja lunak untuk mengambat terjadinya korosi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada DP3M Dirjen Dikti melalui Lembaga Penelitian Universitas Riau yang telah membiayai penelitian ini dari skim penelitian fundamental tahun 2013.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Maksoud, S.A. 2008. The effect of organic coumpound on the electrochemical behaviour of steel in acidic media, A review. *Int.J.Electrochem.Sci.* 3, 528-555
- Cheng, S., Chen, S., Liu, T., and Yin, Y. 2007. Carboxymethyl Chitosan as an Ecofriendly Inhibitor for Mild Steel in 1 M HCl. *Materials Letters*, 61, 3276 – 3280.
- Erna, M., Emriadi., Alif, A dan Arief, S. 2009. *Sintesis dan Aplikasi Karboksimetil Kitosan sebagai Inhibitor Korosi pada Baja Karbon dalam Air*. Jurnal Natur Indonesia 12: 1410-9379.
- Oktavia, A D., N. Idiawati dan L. Destiarti . 2013. *Studi Awal Pemisahan Amilosa dan Amilopektin Pati Ubi Jalar (Ipomoea Batatas Lam) dengan Variasi Konsentrasi N-Butanol*. Jurnal JKK 2(3),153-156
- Pang, H. T., Chen, X. G., Park, H. J., & Kennedy, J. F. 2007. Preparation and Rheological Properties of Dexycholatr Chitosan and Carboxymethyl-Chitosan in Aqueous System Carbohydrate Polymer. 69, 419-425.
- Raja, P.B and Sethuraman, M.G, 2008, Natural products as corrosion inhibitor for metals in corrosive media — A review. *Materials Letters.* **62**: 113– 116
- Samosir, D. 2011. *Pengaruh Inhibitor Blending Terhadap Laju Korosi pada Baja Karbon dalam Medium NaCl dengan Metode Weight Loss*. Jurnal Media Perspektif 11(2), 1412-3819.
- Sari, D. M., Handani, S dan Yetri, Y. 2013. *Pengendalian Laju Korosi Baja St-37 dalam Medium Asam Klorida dan Natrium Klorida Mrnggunakan Inhibitor Ekstrak Daun Teh (Camelia sinensis)*. Jurnal Fisika Unand 2(3), 2302-8491.